



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 198 15 670 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
F 16 B 25/02
F 16 B 35/00

⑲ Aktenzeichen: 198 15 670.7
⑳ Anmeldetag: 8. 4. 98
㉑ Offenlegungstag: 19. 11. 98

DE 198 15 670 A 1

<p>⑥⑥ Innere Priorität: 297 06 372. 3 10. 04. 97</p> <p>⑦① Anmelder: EJOT Verbindungstechnik GmbH & Co. KG, 57334 Bad Laasphe, DE</p> <p>⑦④ Vertreter: Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen</p>	<p>⑦② Erfinder: Friedrerich, Heinrich, Dr.-Ing., 68649 Groß-Rohrheim, DE; Schmoock, Rainhard, 57250 Netphen, DE</p>
--	---

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥④ Selbstgewindeformende Schraube aus korrosionsbeständigem Material

⑥⑦ Die Erfindung besteht aus einer selbstgewindeformen-
den Schraube aus korrosionsbeständigem Stahl, die teil-
weise ausscheidungsgehärtet ist. Außerdem besteht die
Erfindung in einem Verfahren zum Herstellen einer sol-
chen Schraube, bei dem die Schraube zunächst durch
Pressen und Walzen oder durch Gewinderollen oder
-schneiden oder auf andere bekannte Weise geformt
wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraube an-
schließend partiell ausscheidungsgehärtet wird.

DE 198 15 670 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine selbstgewindeformende Schraube aus korrosionsbeständigem Stahl.

Im allgemeinen weisen Schrauben einen Schaft auf, der mit einem Außengewinde versehen und an einem Ende von einem Schraubenkopf begrenzt ist. Selbstgewindeformende Schrauben formen sich – wie der Name schon sagt – ihr Gewinde in einem Bohrloch beim Einschrauben selbst. Dazu ist ein Schaftabschnitt am kopffernen Ende des Schaftes als Gewindeformzone ausgebildet.

Selbstgewindeformende Schrauben können als Bohrschrauben ausgeführt sein. Bohrschrauben besitzen eine Bohrspitze, die es überflüssig macht, ein Loch für die Schraube vorzubohren. Das Loch für die Schraube wird vielmehr beim Einschrauben der Bohrschraube von der Bohrspitze geschnitten. In einem zweiten Abschnitt des gleichen Arbeitsgangs formt die Schraube anschließend ein Gewinde in der soeben geschnittenen Bohrung, das ihr den gewünschten Halt in der Bohrung gibt. Eine Bohrschraube spart also die ansonsten separaten Arbeitsgänge Vorbohren eines Loches und Schneiden eines Gewindes in dem Loch. Daher ist es erstrebenswert, anstelle herkömmlicher Schrauben selbstgewindeformende Schrauben und insbesondere Bohrschrauben zu verwenden. Eine Alternative zu Bohrschrauben bilden fließlochformende Schrauben, die ebenfalls das für die Verschraubung erforderliche Loch selbst erzeugen. Im Unterschied zur Bohrschraube mit einer Bohrspitze wird das Loch jedoch nicht unter Spanbildung geschnitten, sondern durch Materialumformung erzeugt. Dabei entsteht um das Loch ein Materialwulst, der ebenfalls mit einem Innengewinde versehen zur Ausreißfestigkeit der Schraubverbindung beiträgt.

Ein Konflikt ergibt sich jedoch immer dann, wenn eine selbstgewindeformende Schraube als solche oder als Bohr- bzw. fließlochformende Schraube auch korrosionsbeständig sein soll. Für das Formen des Gewindes durch die Schraube und erst recht für das Bohren eines Loches durch dieselbe muß diese eine ganz besonders harte Formzone besitzen (zur Formzone werden hier auch die von der Bohrspitze gebildete Schneidzone einer Bohrschraube sowie fließlochformende Schaftabschnitte gezählt). Gute Korrosionsbeständigkeit und hohe Härte gelten jedoch als Eigenschaften, die sich in der Regel gegenseitig ausschließen.

Alle bisher bekannten Vorschläge zur Lösung dieses Zielkonflikts sind in der einen oder anderen Hinsicht unbefriedigend. Bekannt ist es beispielsweise, zweiteilige Bohrschrauben herzustellen, die im Bereich der Bohrspitze und der Formzone aus einem harten, aber korrosionsanfälligen Material bestehen und im übrigen Schaftbereich aus einem weniger harten, aber dafür korrosionsbeständigen Material. Naturgemäß ist die Herstellung solcher zweiteiligen Verbindungselemente teuer. Erwähnt sind zweiteilige Bohrschrauben in den deutschen Gebrauchsmusterschriften 297 09 932 und 297 06 372. Ein zweiteiliger Nagel ist in der europäischen Patentschrift 0 545 852 beschrieben.

In den erwähnten Gebrauchsmusterschriften 297 09 932 und 297 06 372 werden ebenfalls Vorschläge zur Lösung des vorgenannten Problems gemacht: In dem DE-U1 '932 ist eine einteilige Schraube aus austenitischem Edelstahl mit partiell harter Oberfläche beschrieben. Zu dieser partiell harten Oberfläche ist der Gebrauchsmusterschrift lediglich der Hinweis zu entnehmen, daß die Schraube an der Bohrspitze eine harte Beschichtung besitzt. Welche Art von Beschichtung dies ist, oder wie diese aufgebracht wird, ist der Gebrauchsmusterschrift nicht zu entnehmen.

In der DE-U1 '372 wird eine Edelstahlbohrschraube vorgeschlagen, die aus einem Teil ausschheidungshärtbarem

Edelstahls besteht. Als Bohrschraube weist sie selbstverständlich eine Bohrspitze auf und ist – da aus Edelstahl – korrosionsbeständig.

Unklar bleibt in den Ausführungen der Gebrauchsmusterschrift, wie diese Edelstahlbohrschraube ihre Härte erhält. Angegeben ist lediglich, daß die Schraube als Ganzes durchgehärtet ist. Durchgehärtet ist eine Schraube nach allgemeinem Fachverständnis dann, wenn sie im Kernbereich und in den Randzonen die gleiche Härte aufweist. Konventionelles Durchhärten erfolgt beispielsweise durch Erwärmen einer Schraube auf Austenitisierungstemperatur und Abschrecken derselben. Vergütete Schrauben werden anschließend angelassen.

Schrauben aus austenitischem rostfreien Stahl, also Edelstahl, sind im übrigen bereits aus der deutschen Patentschrift 29 29 179 (Spalte 2, Zeilen 35–38) bekannt. Diese Schrauben erhalten ihre Festigkeit im Gewindeflankenbereich durch Kaltverfestigung bei der Formung des Gewindes. Zusätzlich zur Kaltverfestigung kommt es bei der Verformung vom metastabilen austenitischem Edelstahl zur Umformmartensitbildung. Dies führt zu einer größeren Härte des umgeformten Bereichs.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 32 35 447 ist weiterhin eine Bohrschraube aus rostfreiem Austenitstahl bekannt, deren bohrender und gewindeformender Abschnitt durch Einsatzhärtung die erforderliche Festigkeit erhält. Dieses partielle Einsatzhärten ist jedoch aufwendig und senkt die Korrosionsbeständigkeit. Gleiches gilt für den Vorschlag aus der deutschen Offenlegungsschrift 30 00 165, gemäß welchem das Gewinde einer Gewindeschneidschraube bei –40°C kaltverformt wird. Hierbei wird die Härtesteigerung durch Kaltverfestigung und durch die Bildung von Umformmartensit erzielt. Das Herstellungsverfahren ist allerdings aufgrund der erforderlichen Verfahrensparameter unpraktikabel für eine Massenherstellung zu geringen Kosten.

Der vielfältige Stand der Technik zeigt, daß das der Erfindung zugrunde liegende Problem, nämlich eine selbstgewindeformende Schraube zu schaffen, die gleichzeitig zum Einschrauben in Stahl großer Härte geeignet und korrosionsbeständig ist sowie wirtschaftlich hergestellt werden kann, bisher nicht befriedigend gelöst wurde.

Gemäß der Erfindung besteht die Lösung des Problems in einer selbstgewindeformenden Schraube aus korrosionsbeständigem Stahl, die teilweise ausscheidungsgehärtet ist, und zwar vorzugsweise ausschließlich in dem am höchsten beanspruchten Schaftabschnitt, der Formzone. Die Formzone umfaßt dabei die Gewindeformzone sowie ggf. auch eine lochbildende Spitze wie beispielsweise eine Bohrspitze oder eine fließlochformende Spitze oder auch eine Bohrspitze mit einem daran anschließenden fließlochformenden Schaftabschnitt.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die reine Kaltverfestigung des Stahls für sich alleine oder in Kombination mit einer Umformmartensitbildung beim Kaltverformen im Bereich der Formzone und gegebenenfalls der Bohrspitze nicht ausreicht, um einer Schraube im Bereich der Formzone und Bohrspitze eine ausreichende Härte und Festigkeit zu geben, so wie dies vom Stand der Technik nahegelegt wird. Eine gewünschte Härte und Festigkeit der Gewindeflanken in der Formzone sowie gegebenenfalls der Bohrspitze ergibt sich aber überraschenderweise, wenn die Schraube insbesondere in diesen Bereichen ausscheidungsgehärtet ist. Das partielle Ausscheidungsgehärten der Schraube hat darüber hinaus einen zweiten Vorteil: In den ausscheidungsgehärteten Partien kann zwar die Korrosionsbeständigkeit je nach Legierungszusammensetzung und Wärmebehandlung geringfügig abnehmen. Da aber die aus-

scheidungsgehärteten Partien nur einen kleinen Teil der Schraube ausmachen – in der bevorzugten Ausführungsform sogar nur denjenigen Schraubenteil betreffen, der nur zum Bohren des Loches und Formen des Gewindes benötigt wird, aber nicht zum Tragen – behält die Schraube im übrigen ihre ursprüngliche Korrosionsbeständigkeit ohne Einschränkungen.

Ein entsprechendes Herstellungsverfahren für eine solche Schraube zeichnet sich dadurch aus, daß die Schraube zunächst auf herkömmliche Weise durch Pressen und Walzen geformt und anschließend vorzugsweise durch induktive Erwärmung partiell ausscheidungsgehärtet wird. Die Ausscheidungsgehärtung beschränkt sich dabei vorzugsweise auf die Formzone und gegebenenfalls die Bohrspitze der Schraube.

Die Schraube wird vorzugsweise aus einem Werkstoff gefertigt, der einen hohen Gehalt an interstitiell gelöstem Stickstoff (N) aufweist. Folgender Bereich der chemischen Werkstoffzusammensetzung wird bevorzugt:

0,01–0,12% C
1–20% Mn
0–3% Mo
15–25% Cr
0–15% Ni
0,1–0,9% N

Durch die Ausscheidungsbehandlung werden Nitride und/oder in geringem Umfang Carbide ausgeschieden. Dadurch wird die erwünschte Härtesteigerung – vornehmlich in den bereits durch die mechanische Umformung verfestigten und umgewandelten Gefügebereichen – ausgelöst.

Durch eine Begrenzung des Kohlenstoff-Gehaltes wird die Chromcarbid-Bildung, die sich bevorzugt auf den Korngrenzen einstellt, bewußt gering gehalten, denn die Chromcarbid-Bildung würde die Anfälligkeit gegenüber interkristalliner Korrosion steigern.

Alternativ bieten sich für die Fertigung von selbstgewindeformenden Schrauben mit nachfolgender partieller Ausscheidungsgehärtung Werkstoffe an, die beispielsweise bis zu 1,5% Bor enthalten. Dabei werden bei Verwendung eines borhaltigen Werkstoffes während der Wärmebehandlung Boride ausgeschieden. Gegebenenfalls könnten auch Vanadin-, Niob- oder Titan-legierte Werkstoffe verarbeitet werden. Schrauben dieser Werkstoff-Varianten erzielen eine Härtesteigerung aufgrund der Wärmebehandlung durch die Bildung von Vanadin-, Niob oder Titan-Carbidphasen.

Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Figuren näher erläutert werden. Diese zeigen:

Fig. 1 eine selbstgewindeformende Schraube mit Linsenkopf;

Fig. 2 eine selbstgewindeformende Schraube mit Sechskantkopf und Formnuten;

Fig. 3 eine Bohrschraube;

Fig. 4 eine Bohrschraube mit fließlochformendem Schaftanschnitt;

Fig. 5 eine fließlochformende Schraube mit Formnuten; und

Fig. 6 eine alternative fließlochformende Schraube ohne Formnuten.

Die selbstgewindeformende Schraube 10 aus Fig. 1 weist einen Schaft 12 auf, der mit einem Außengewinde 14 versehen ist und an einem Ende von einem Schraubenkopf 16 begrenzt ist. Ein Schaftabschnitt am kopffernen Ende des Schaftes 12 bildet eine Gewindeformzone 18. Diese bildet auch die Formzone der Schraube 10. Im Bereich dieser Gewindeformzone 18 ist die Schraube 10 ausscheidungsgehär-

tet, so daß sie dort eine größere Festigkeit besitzt als ein Werkstück, in das die Schraube 10 hineingeschraubt wird. Ein solches Werkstück muß lediglich ein Loch aufweisen, jedoch kein Innengewinde, denn dieses wird beim Einschrauben der Schraube 10 von deren Gewindeformzone 18 in dem Loch des Werkstücks geformt.

Genau wie die selbstgewindeformende Schraube 10 aus Fig. 1 umfaßt die selbstgewindeformende Schraube 20 aus Fig. 2 einen Schaft 22, der an einem Ende von einem Sechskantkopf 24 begrenzt ist. Der Schaft 22 ist mit einem Außengewinde 26 ausgestattet, das gegenüber demjenigen der Schraube 10 aus Fig. 1 zusätzlich Formnuten 28 aufweist. Diese unterstützen das Gewindeformen und werden von V-förmigen Kerben in den Flanken des Gewindes 26 gebildet, die in einer rechtwinklig zu den Gewindeflanken verlaufenden Formnut-Längsrichtung hintereinander ausgerichtet sind. Auch bei der Schraube 20 aus Fig. 2 bildet ein Abschnitt des Schaftes 22 an dessen kopffernen Ende eine Gewindeformzone 30, die gleichzeitig die Formzone der Schraube 20 ist. Beim Einschrauben der Schraube 20 in ein vorgebohrtes Loch wird in diesem ein Innengewinde geformt, wie dies auch bei der Schraube 10 aus Fig. 1 der Fall ist. Bei der Schraube 20 wird dieser Vorgang jedoch auch die Formnuten 28 unterstützt.

Fig. 3 zeigt eine Bohrschraube 40, die genau wie die Schraube 20 aus Fig. 2 einen von einem Kopf 42 begrenzten Schaft 44 aufweist, der mit einem mit Formnuten 46 aufweisenden Außengewinde 48 versehen ist. Am kopffernen Ende ist der Schaft mit einer Bohrspitze 50 ausgestattet. Deren Schneiden 52 machen es möglich, daß sich die Schraube 40 beim Einschrauben in ein Werkstück ohne Loch ihr Loch selbst bohrt. In diesem selbstgebohrten Loch formt die Schraube 40 dann mit einem der Bohrspitze 50 nahen, als Gewindeformzone 54 dienenden Abschnitt des mit dem Außengewinde 48 versehenen Schaftes 44 selbst ein Gegengewinde. Die Bohrspitze 50 sowie die Gewindeformzone 54 bilden zusammen eine Formzone 56, in der die Schraube 40 ausscheidungsgehärtet ist. Im restlichen Teil ist die Schraube 40 nicht ausscheidungsgehärtet. Dadurch besitzt die Schraube 40 in der Formzone 56 die zum Bohren und Gewindeformen erforderliche Härte und im übrigen die gewünschte Zähigkeit mit unverminderter Korrosionsbeständigkeit.

Bei der selbstgewindeformenden Schraube 60 in Fig. 4, die ebenfalls einen von einem Kopf 62 begrenzten Schaft 64 mit einer Bohrspitze 66 am kopffernen Schaftende aufweist, ist zusätzlich ein fließlochformender Schaftabschnitt 68 zwischen der Bohrspitze 66 und dem mit einem Außengewinde 70 versehenen Schaftabschnitt vorhanden. Die Bohrspitze 66, der fließlochformende Schaftabschnitt 68 und ein diesem naher, als Gewindeformzone 71 dienender Abschnitt des mit einem Außengewinde 70 versehenen Schaftes 64 bilden zusammen eine Formzone 72. Die Schraube 60 ist nur im Bereich der Formzone 72 ausscheidungsgehärtet. Beim Einschrauben der Schraube 60 in ein Werkstück ohne Loch bohrt sich die Schraube 60 mit ihrer Bohrspitze 66 zunächst ein Loch, welches dann von dem fließlochformenden Schaftabschnitt 68 unter Bildung eines Wulstes um das Bohrloch erweitert wird. Bei einer Durchgangsbohrung verlängert sich durch die Wulstbildung deren Länge. Beim weiteren Einschrauben der Schraube 60 formt diese sowohl im Bohrloch als auch im Wulst ein zum Außengewinde 70 der Schraube 60 kompatibles Innengewinde. Da sich dieses Innengewinde auch in dem gebildeten Wulst fortsetzt, hat es mehr tragende Windungen als dies der Fall wäre, wenn die Bohrung in dem Werkstück nur von einer Bohrspitze geschnitten und nicht durch Fließlochformen erweitert worden wäre.

In Fig. 5 ist eine Schraube 80 mit einem Kopf 81 abgebildet, die anstelle einer Bohrspitze eine fließlochformende Spitze 82 an einem Ende eines Schraubenschaftes 84 aufweist, die für den Einsatz in vorgebohrten Blechen geeignet ist. Der Schaft 84 ist außerdem mit einem mit Formnuten 86 versehenen Außengewinde 88 ausgestattet. Ein der fließlochformenden Spitze 82 naher Abschnitt des mit dem Außengewinde 88 versehenen Schaftes 84 dient als Gewindeformzone 90. Die fließlochformende Spitze 82 sowie die Gewindeformzone 90 bilden zusammen eine Formzone 92, in deren Bereich die Schraube 80 ausscheidungsgehärtet ist. Beim Einschrauben der Schraube 80 in ein Werkstück ohne Loch wird in diesem zunächst von der fließlochformenden Spitze 82 ein Loch geformt, und zwar durch reine Materialumformung, bei der keine Späne geschnitten werden, sondern das ursprünglich im Bereich der Bohrung befindliche Material zu einem Wulst um das Bohrloch verdrängt wird. Von der Gewindeformzone 90 wird dann auf den Innenflächen an der Bohrung einschließlich des Wulstes ein zum Außengewinde 88 der Schraube 80 kompatibles Innengewinde geformt. Die Formnuten 86 unterstützen dies.

Fig. 6 zeigt eine selbstgewindeformende und lochbildende Schraube 100 mit einem Kopf 101, deren mit einem Außengewinde 102 versehener Schaft 104 auf einer Seite in einer fließlochformenden Spitze 106 endet. Die fließlochformende Spitze 106 sowie ein dieser naher, als Gewindeformzone 107 dienender Abschnitt des mit dem Außengewinde 102 versehenen Schaftes 104 bilden zusammen die ausscheidungsgehärtete Formzone 108. Beim Einschrauben in ein Werkstück verhält sich die Schraube 100 aus Fig. 6 ähnlich wie die Schraube 80 aus Fig. 5, jedoch ist die fließlochformende Spitze 106 der Schraube 100 auch für den Einsatz in Verbindung mit Blechen geeignet, die nicht vorgebohrt sind.

Alle in den Fig. 1 bis 6 gezeigten selbstgewindeformenden Schrauben 10, 20, 40, 60, 80 und 100 werden dadurch hergestellt, daß ein Drahtabschnitt durch Pressen und Walzen zunächst in die gewünschte Form gebracht wird und dadurch im Bereich der Gewindeflanken eine Vickers-Härte von > 350 HV 0,5 erhält. Anschließend wird die geformte Schraube ausscheidungsgehärtet, wobei die höchste Härtesteigerung in den Werkstoffbereichen größter Umformung stattfindet. Die Formzone der Schraube erhält dabei eine Vickers-Härte > 420 HV 0,5 und bei optimierten Umformbedingungen eine Vickers-Härte > 500 HV 0,5.

Grundsätzlich kann das Ausscheidungshärten durch Warmauslagern der gesamten Schraube bei konventioneller Ofenerwärmung geschehen. Ausscheidungsfähige Edelstähle werden dabei in einem Zeitraum zwischen 1 und 48 Stunden mit Temperaturen zwischen 200 und 600°C behandelt. Bei steigender Temperatur nimmt die für die Wärmebehandlung erforderliche Zeit ab. Je nach Werkstoffzusammensetzung steigt jedoch die Gefahr der Chromverarmung und damit Anfälligkeit insbesondere gegenüber interkristalliner Korrosion. Diese Behandlung ist relativ kostenintensiv.

Günstiger als diese konventionelle Wärmebehandlung ist das gezielte Einbringen von Wärme in den am höchsten beanspruchten Schaftabschnitten (Formzone 18, 30, 56, 72, 92, 108) durch induktive Erwärmung. Dabei wird jeweils nur die Formzone 18, 30, 56, 72, 92, 108 ausscheidungsgehärtet. Durch eine solche induktive Erwärmung können die Prozeßzeiten von mehreren Stunden auf Sekunden bis Minuten reduziert werden. Außerdem besteht nur in den der Ausscheidungshärtung unterzogenen Bereichen der Schraube 10, 20, 40, 60, 80 oder 100 die Gefahr der Chromverarmung. Infolge der Ausscheidungshärtung kommt es nämlich auch zu einer Ausscheidung von Kohlenstoff, der mit dem korrosionshemmenden Chrom im Gefüge Chrom-

carbide bildet, die selbst nicht korrosionshemmend sind. Infolge dieser Chromcarbiddbildung auf den Korngrenzen kommt es zu einer Chromverarmung im Gefüge, die die Korrosionsbeständigkeit des Stahls abnehmen läßt und die Anfälligkeit gegenüber interkristalliner Korrosion steigert. Bei einer partiellen Ausscheidungshärtung ist die Chromverarmung auf den Bereich der Formzone 8, 30, 56, 72, 92, 108 begrenzt. Die partielle Ausscheidungshärtung begünstigt deshalb auch die Korrosionseigenschaften einer selbstgewindeformenden Schraube und insbesondere einer Bohrschraube. Der Chromverarmung kann außerdem – wie einleitend erwähnt wurde – durch solche Legierungsanteile wie Vanadium, Niob oder Titan entgegengewirkt werden.

Nach dem Ausscheidungshärten der Formzone 18, 30, 56, 72, 92, 108 der Schraube 10, 20, 40, 60, 80 bzw. 100 wird die Schraube mit einer reibungsvermindernden Beschichtung versehen, um auf diese Weise die zwischen der Schraube und dem Material, in das sie hineingeschraubt wird, herrschenden Reibungskräfte zu vermindern.

Patentansprüche

1. Selbstgewindeformende Schraube aus korrosionsbeständigem Stahl, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schraube (10, 20, 40, 60, 80, 100) teilweise ausscheidungsgehärtet ist.
2. Schraube nach Anspruch 1 mit einem als Formzone (18, 30, 56, 72, 92, 108) dienenden Schaftabschnitt, der eine Gewindeformzone (18, 30, 54, 71, 90, 107) und ggf. eine lochbildende Spitze (50, 66, 82, 106) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schraube (10, 20, 40, 60, 80, 100) ausschließlich im Bereich der Formzone (18, 30, 56, 72, 92, 108), ausscheidungsgehärtet ist.
3. Schraube nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet** durch eine chemische Zusammensetzung des Stahls von:
0,01–0,12% C
1–20% Mn
0–3% Mo
15–25% Cr
0–15% Ni
0,1–0,9% N.
4. Schraube nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schraube (10, 20, 40, 60, 80, 100) zumindest auch über die Nitridphase ausscheidungsgehärtet ist.
5. Schraube nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stahl der Schraube (10, 20, 40, 60, 80, 100) auch Bor enthält und zumindest auch über die Borid-Phase ausscheidungsgehärtet ist.
6. Schraube nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Stahl der Schraube (10, 20, 40, 60, 80, 100) Vanadium, Niob und/oder Titan beigelegt ist.
7. Schraube nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schraube durch Bildung von Vanadium-, Niob- und/oder Titancarbid ausscheidungsgehärtet ist.
8. Verfahren zum Herstellen einer Schraube nach einem der Ansprüche 1–7, bei dem die Schraube zunächst durch Pressen und Walzen oder durch Gewinderollen oder -schneiden oder auf andere bekannte Weise geformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schraube anschließend partiell ausscheidungsgehärtet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schraube durch induktive Erwärmung ausscheidungsgehärtet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, zum Herstellen

einer Schraube mit einer Formzone, dadurch gekennzeichnet, daß ausschließlich die Formzone ausscheidungsgehärtet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

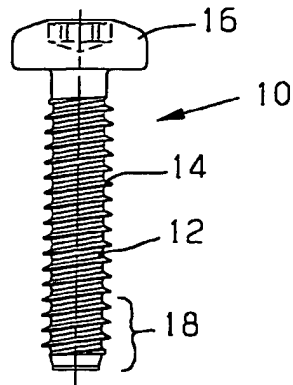


Fig. 1

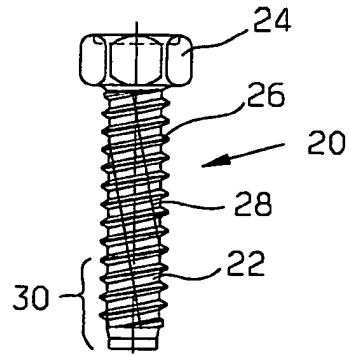


Fig. 2

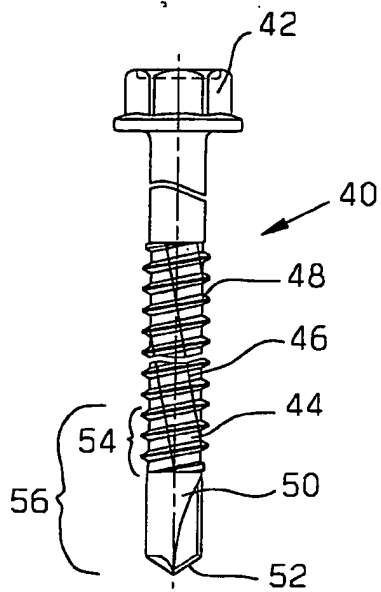


Fig. 3

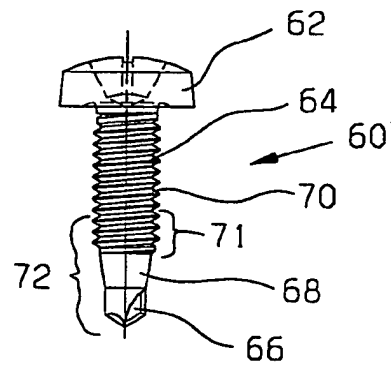


Fig. 4

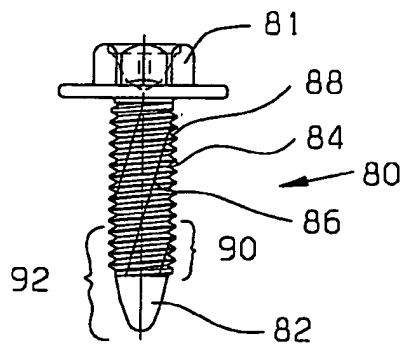


Fig. 5

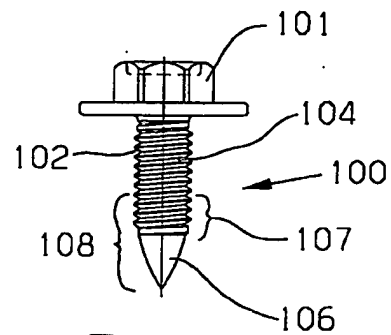


Fig. 6